心理科学进展 2023, Vol. 31, No. 9, 1688–1697
Advances in Psychological Science

https://doi.org/10.3724/SP.J.1042.2023.01688

同步与否：婴儿基本面部表情识别的发展特点*

朱丽雅 莫 凡 张志豪 赵 科 傅小兰

(中国科学院心理研究所, 脑与认知科学国家重点实验室, 北京 100101)
(中国科学院大学心理学系, 北京 100049)

摘 要 面部表情是通过眼部、口部等肌肉动作传递出来的情绪信号。婴儿对面部表情的正确识别是婴儿与外界交流的重要手段, 有利于情绪认知的发展。婴儿对基本面部表情识别的发展具有非同步性的特点：对正性效价表情的识别早于负性效价表情, 2 个月大的婴儿能辨别出正性效价表情, 4~6 个月大时能辨别出不同的负性效价表情; 情绪感知能力的发展早于情绪理解能力, 7 个月大的婴儿已初步具备情绪感知能力, 12 个月大的婴儿还不能准确区分不同的负性效价表情所表达的情绪意义。婴儿识别表情受到环境和认知因素的双重影响, 反映了基本情绪的激活到情绪图式的形成过程。

关键词 婴儿, 面部表情, 情绪识别
分类号 B844

1 引言

面部表情是情绪的外在表达, 在社会交往中传递着丰富的情感信息, 是理解他人内心状态和意图的重要窗口(Ogren & Johnson, 2021a)。1872 年达尔文提出了面部表情这一概念, 并在《人类和动物的表情》著作中指出表情是在人类适应生存需要的过程中逐渐进化并保留下来的(Darwin, 1872/2009)。Ekman 和 Friesen 提出了 6 种基本表情(高兴、愤怒、悲伤、惊讶、恐惧和厌恶), 指出特定的面部肌肉模式和情绪类型之间存在普遍关联并具有跨文化一致性(Ekman & Friesen, 1971)。儿童对面部表情的识别发展是情绪认知发展的重要组成, 有利于提升儿童的社会适应能力(Ogren & Johnson, 2021a)。研究表明刚出生的婴儿就能够体验情绪(Feldman, 2007/2013)。对于前语言阶段的婴儿, 能“读懂”面部表情是与他人交流的重要途径, 对婴儿具有保护作用(Leppänen & Nelson, 2006)。

近半个世纪以来, 研究者们在婴儿面部表情识别领域开展了大量实证研究。最初聚焦于行为研究, 近年来随着科技的发展, 研究者们进一步探讨婴儿对面部表情识别神经机制的发展特点。本文首先系统总结婴儿对面部表情识别的各项实证研究, 探讨婴儿对 6 种基本面部表情识别能力的发展是否具有同步性, 即在同一时间段内发展水平是否相同。其次, 阐述了婴儿表情识别发展的影响因素。最后, 探讨婴儿表情识别能力发展的重要意义, 并为实际应用提供了一个新视角。

2 婴儿基本面部表情识别的发展特点

人类大脑似乎先天对社会性因素具有敏感性, 比起非社会性刺激图片, 婴儿大脑对面孔图片反应更强烈(Redcay & Warnell, 2018)。面孔是婴幼儿视觉环境中最重要的刺激之一。婴幼儿从面部表情中接收到各种重要的社会性信息, 与周围的人形成互动, 并与所处环境的联系变得更加紧密, 进而不断提高社交技能(Bayet, 2022; Carnevali et al., 2022; Kim et al., 2022)。由此可见, 面部表情识别能力的发展对婴儿社会性发展有着重要作用。

2.1 六种基本面部表情识别的同步性特点

有研究表明刚出生几分钟的新生儿就能够模仿成人的面部表情, 但这并不意味着婴儿已经真正理解了他人的情绪(Feldman, 2007/2013)。面部表

收稿日期：2022-03-25
* 国家自然科学基金(32071055, 62061136001)。
通信作者：赵科, E-mail: zhaok@psych.ac.cn

情识别能力涵盖情绪感知能力与情绪理解能力。情绪感知能力指通过视知觉辨别(discrimination)出不同类型的情绪表情。通过注意时长范式(Looking-Time Paradigms; Ruba & Repacholi, 2020), 研究者可以观测到婴儿是否能辨别出不同类型的面部表情(Ruba & Repacholi, 2020)。该方法包括配对比较范式(paired-preference; Ruba & Repacholi, 2020)和习惯化−恢复范式(habituation-recover; Young-Browne et al., 1977)。在配对比较范式中, 婴儿同时看到两张静态面部表情图片, 如果婴儿对其中一种表情图片表现出了更长的注视时间, 说明婴儿能辨别出两种表情(Ruba & Repacholi, 2020); 在习惯化−恢复范式中, 婴儿先接收一种表情图片的刺激以达到研究者设定的习惯化标准(habituation criterion), 通常是刺激图片达到一定的展示次数或婴儿的注视时间下降到一定标准后, 再为婴儿展示新的表情图片, 如果婴儿对新图片恢复了注视时间, 说明婴儿辨别出了新刺激(Ruba & Repacholi, 2020; Young-Browne et al., 1977)。

情绪理解能力指解读面部表情所传递的情绪意义的能力。社会参照实验(Social Referencing; Ruba & Repacholi, 2020)可以判断婴儿是否具备了通过面部表情理解情绪的能力。社会参照能力是指婴儿利用他人的情绪线索, 调控自己行为的能力。在实验中, 实验者对一个新奇的目标(玩具、场景或陌生人等)做出一种表情, 研究者观察婴儿的行为反应(接近或躲避)以判断婴儿对表情的识别能力(Ruba & Repacholi, 2020)。另一些实验采用注意时长范式, 让婴儿观看一个具体情境, 实验者表现出与情境一致或矛盾的面部表情。如果婴儿能够识别出情境与表情的矛盾, 比起情境与表情一致的情况, 婴儿会对矛盾情境表现出更长的注视时间(Ruba, 2019)。

神经机制研究受限于婴儿的年龄特点, 研究者主要采用事件相关电位(event-related potentials, ERP)和功能性近红外光谱技术(functional near-infrared spectroscopy, fNIRS)。当婴幼儿观看不同的面部表情时, 通过 ERP 记录大脑神经的电生理变化, 或者通过 fNIRS 记录大脑皮层相应区域的功能反应(周玉, 张丹丹, 2017)。

2.1.1　情绪感知能力的发展

研究表明, 2 个月大的婴儿能够辨别出正性效价表情：在“静止脸”的实验中, 实验者先与婴儿进行 30 秒的互动, 随后摆出 30 秒的高兴、中性和悲伤的静止表情, 2 月大的婴儿对高兴表情的注视时间最长(Rochat et al., 2002); 采用习惯化−恢复范式, 在成年人的静态高兴−惊讶面部表情的对比中, 和在婴儿的动态高兴−悲伤的面部和语调表情的对比中, 3 个月大的婴儿都对新刺激恢复了注视时间, 说明婴儿能辨别高兴−惊讶表情、高兴−悲伤表情(Flom et al., 2018; Young-Browne et al., 1977)。在愤怒、恐惧、惊讶 3 种表情, 6 种配对的情况下, 采用习惯化−恢复范式, 4~6 个月大的婴儿除了在习惯惊讶表情后, 对恐惧表情没有恢复注视时间, 在其余 5 种配对情况下都对新刺激恢复了注视时间。研究者认为婴儿具备了辨别 3 种表情的能力, 但这 3 种表情的重要性存在差异。愤怒和惊讶表情比恐惧表情传递的信息更重要, 在日常生活中也更常见。特别是惊讶表情, 母亲经常用该表情开启与婴儿的互动。4~6 个月大的婴儿在日常生活中几乎见不到恐惧表情。因此, 婴儿在习惯了惊讶表情后, 无法恢复对恐惧表情的注视时间(Serrano et al., 1992)。从 5 个月开始, 婴儿表现出了对基本面部表情的分类知觉：让 5 个月大的婴儿先习惯 4 张面孔, 4 张面孔分别带有 4 种不同强度的高兴表情。随后展示一对表情：一张是新面孔表现出新强度的高兴表情, 另一张是新面孔表现出恐惧表情。婴儿对恐惧表情表现出了更长的注视时间, 说明婴儿识别出不同面孔和不同强度的高兴表情都属于同一种表情类型(Bornstein & Arterberry, 2003)。通过变形技术(Morph)给 5 个月大的婴儿展示类间(between-category)刺激(如悲伤和厌恶表情图片)和类内(within-category)刺激(如不同强度的悲伤表情图片), 婴儿对高兴−惊讶、悲伤−愤怒、悲伤−厌恶表情的类间刺激都表现出了更长的注视时间, 说明婴儿辨别出了不同类型的表情, 具备了对面部表情的分类知觉(White et al., 2019)。5~7 个月大时, 婴儿出现了针对恐惧表情的注意偏向(Leppänen et al., 2018; Tuulari et al., 2020)。相比动态高兴、中性表情, 5 个月大的婴儿对恐惧表情表现出了更长的注视时间(Heck et al., 2016; Miguel et al., 2019), 相比静态高兴、愤怒和中性表情, 7~9 个月大的婴儿也对恐惧表情的注视时间最长(Dixon, 2019)。

婴儿通过面部表情感知情绪的效率和技巧也得以快速提高：通过对比 3 个月大和 5 个月大的

婴儿在习惯化−恢复范式中的表现。研究者发现，对高兴和悲伤表情，5 个月大的婴儿比 3 个月大的婴儿能更快速达到熟悉的程度(Flom et al., 2018)。通过眼动追踪(eye-movement tracking)，研究者发现了婴儿对面部表情观察策略上的转变：7 个月大的婴儿更注意面部结构传递的表情信息，对眼睛、鼻子和嘴巴区域表现出更多的注视(Soussignan et al., 2018)。相比 3 个月大的婴儿，7 个月大的婴儿采用了与成人相似的扫描策略，比如更关注恐惧表情的眼睛区域，高兴表情的嘴巴区域(Segal & Moulson, 2020)。由此可见，在面部表情识别的发展过程中，婴儿情绪感知能力的发展出现了非同步性的特点：从 2 个月开始，婴儿可以辨别出正性效价表情；4~6 个月大的婴儿可以辨别出不同的负性效价表情，具备了对基本面部表情的分类知觉能力；5~7 个月大的婴儿出现了针对恐惧表情的注意偏向；7 个月大的婴儿已形成了与成人相似的视觉观察策略。

2.1.2 情绪理解能力的发展

研究者通过社会参照实验和婴儿对表情与情境的一致性反应，来探讨婴儿识别面部表情的能力：在社会参照实验中，实验者使用面部和语调表情向目标玩具表达情绪，5.5 个月大的婴儿更愿意触摸被实验者表达了高兴表情的玩具，而不愿意触摸被表达了恐惧表情的玩具(Vaillant-Molina & Bahrick, 2012)。10 个月大的婴儿可以理解正、负性效价表情与情境的一致性：实验者被抢走了玩具后，先后表现出与情境一致的愤怒的面部和语调表情，以及与情境不一致的高兴的面部和语调表情。10 个月大的婴儿会在表情与情境不一致的情况下，对实验者表现出更长的注视时间。说明婴儿可以区分正、负性效价表情的不同情绪意义，知道当人们失去玩具时，会表现出愤怒表情(Ruba, 2019)。在社会参照实验中，11 个月大的婴儿更喜爱触摸被表达了高兴表情的玩具，而不愿意触摸被表达了厌恶表情的玩具(Hertenstein & Campos, 2004)。在“视觉悬崖”实验中，1 岁大的婴儿在识别不同的负性效价表情时，表现出了差异化的行为。实验中，婴儿和母亲分别位于一张桌子的两端，桌子被透明有机玻璃覆盖，并通过物理空间的错位制造出视觉悬崖的效果。在母亲面前有一个毛绒玩具，婴儿要得到毛绒玩具就需要通过视觉悬崖。当母亲做出高兴表情时，婴儿都会通过视觉悬崖；当母亲做出悲伤表情时，有三分之一的婴儿通过；当母亲做出愤怒或恐惧表情时，很少有婴儿通过(Sorce et al., 1985)。尽管在实验中，1 岁大的婴儿在识别不同的负性效价表情后出现了行为差异，但有研究者认为这是由于悲伤情绪的唤醒度低，导致婴儿没有识别出悲伤表情(Widen & Russell, 2010)。并且，婴儿看到愤怒和恐惧表情后并没有产生行为差异，所以，该实验尚不能充分证明 1 岁大的婴儿能够区分不同的负性效价表情所表达的情绪意义的差异(Widen & Russell, 2010)。另外一些研究则发现，1 岁之后的幼儿依然不能准确区分所有的负性效价表情。实验者在无法获得玩具的情境中，做出愤怒、厌恶、恐惧表情，14 个月大的幼儿对这 3 种表情的注视时间没有显著差异，说明幼儿还不能准确识别愤怒表情(Ruba et al., 2019)。16 个月大的幼儿，在面部、语调、姿态表情的多模态情境中，依然不能参照实验者的愤怒或厌恶表情，做出相应的回避行为(Walle et al., 2017)。

由此可见，婴儿情绪理解能力的发展出现了非同步性的特点：5~6 个月大时，婴儿可以识别正性效价表情所传递的情绪意义，并做出相应的趋近行为。相比情绪感知能力，情绪理解能力对认知水平要求更高，汇总相关实证研究，我们认为 12 个月大的婴儿还不具备准确区分不同的负性效价表情的能力。相比情绪感知能力，情绪理解能力的发展更滞后，婴儿对情绪的准确理解依赖于认知的发展、环境的刺激，是各种因素交互作用的结果。

2.1.3 神经机制的发展

在出生后的 3 个月内，婴儿大脑皮层便开始运作(Feldman, 2007/2013)。研究者让 4~6 个月大的婴儿观看从动画片《小爱因斯坦》中截取出的婴儿面部表情图片，通过功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)发现在 4~6 个月大的婴儿大脑中的梭状回、外侧枕叶皮层、颞上沟和内侧前额叶皮层中已存在与成人结构相似的面孔偏好区域(Deen et al., 2017)。通过 fNIRS，研究者发现 5 个月大的婴儿大脑中的面孔处理网络虽然已激活，但面部表情处理系统还不成熟(di Lorenzo et al., 2019)。在 5 个月大和 7 个月大的婴儿中，研究者观测到婴儿大脑在看到高兴和愤怒表情时，产生了颞顶叶和额叶的激活(Bayet et al.,

2021)。7 个月大的婴儿颞叶皮质区域对高兴和愤怒表情的反应存在差异，看到高兴表情时，左颞区激活，看到愤怒表情时，右颞区激活。婴儿在处理正、负性效价表情时，颞区出现了左右半球的分工(Nakato et al., 2011)。

ERP 研究显示，N290、P400 和 Nc 是与婴儿识别表情相关的脑电成分(Xie et al., 2018)：N290 和 P400 可能与成人的 N170 相似，与婴儿的视觉加工过程有关; Nc 的变化与婴儿的注意过程有关，说明婴儿对看到的表情产生了注意偏向(Munsters, 2017)。目前大量研究得出了一致性结论：从 7 个月开始，婴儿对正、负性效价表情的识别产生了 Nc 波幅的差异，主要表现在针对恐惧表情的注意偏向上(Ruba & Repacholi, 2020)，相比高兴表情，婴儿看到恐惧表情时显示了更强的 Nc 波幅(Jessen & Grossmann, 2015; Segal & Moulson, 2020; Taylor-Colls & Pasco Fearon, 2015)。有研究发现婴儿针对恐惧表情的注意偏向可能出现得更早。相对静态高兴和愤怒表情，5 个月大的婴儿在观看恐惧表情时，N290 在右侧梭状回区就出现了波幅变化(Xie et al., 2018)。这种注意偏向具有不受意识控制的启动过程：当表情呈现时间缩短为加工阈下的 50 和 100 ms 时，相比静态高兴表情，7 个月大的婴儿对恐惧表情依然出现了更强的 Nc 波幅(Jessen & Grossmann, 2015)。对比 8~10 个月大的婴儿和成人对动态高兴和悲伤表情的脑功能区域反应发现，婴儿大脑已经出现了与成人近似的情绪加工偏侧化的特点，并在随后的发展中逐渐加强(Rotem-Kohavi et al., 2017)。通过神经机制的相关研究，我们发现人类已经进化出具有明显社会性偏向的大脑。在婴儿期的前半段，婴儿就已具备了和成人相似的脑区，并表现出了对面孔的偏好，这些都为后续的表情识别的发展做好了准备。此时婴儿情绪理解能力刚发展到仅能对正、负性效价表情进行识别的初级阶段，尚不能识别不同的负性效价表情。这也提示研究者，儿童在后续发展中表现出的表情识别能力的缺陷，有可能通过神经机制的研究做更早的筛查和干预。

2.2　由正性偏向到负性偏向

0~6 个月的婴儿表现出了显著的针对正性效价表情的注意偏向：相比中性和悲伤表情，2 个月大的婴儿对高兴表情的注视时间最长(Rochat et al., 2002)，比起皱眉或中性面孔，5 个月以下的婴儿对微笑面孔表现出了更长的注视时间(Bayet & Nelson, 2019)。这种注意偏向大约从 6 个月大时开始转变，5~7 个月大的婴儿出现了针对恐惧表情的注意偏向(Decety et al., 2021; Segal & Moulson, 2020)。行为研究发现，相比动态高兴、中性表情，婴儿在 5 月大时表现出了针对恐惧表情的注意偏向(Heck et al., 2016; Miguel et al., 2019)，相比静态高兴、中性和愤怒表情，5 个月大和 7~9 个月大的婴儿对恐惧表情的注视时间最长(Dixon, 2019)。ERP 研究发现，5 个月大的婴儿只有在注视恐惧表情时，才会出现 N290 在右侧梭状回区的波幅变化，到 7 个月时最显著，12 个月时消失(Xie et al., 2018)。针对恐惧表情的注意偏向还具有跨文化的一致性，在日本的东亚人和英国的白种人的 7 个月大的婴儿中普遍存在(Geangu et al., 2016)。除了针对恐惧表情的注意偏向，6 个月以后，婴儿对其他负性效价表情的注意也在增加：相比 6 个月大的婴儿，9 个月大的婴儿对愤怒表情的注视时间更长，12 个月大的婴儿对厌恶表情的注视时间更长(Prunty et al., 2021)。有研究者认为，负性偏向对儿童情绪认知的发展具有促进作用，儿童通过关注负性情绪能更好地了解他人的感受(Vaish et al., 2008)。一方面，婴儿针对恐惧表情的注意偏向可能是进化而来的，帮助婴儿更好地躲避潜在的威胁(Leppänen & Nelson, 2009)。另一方面，我们推测，在婴儿期的后半段，可能存在负性情绪识别发展敏感期。婴儿已经为理解他人感受做好了生理上的准备：已初步具备情绪感知能力，具备基本面部表情的分类知觉能力，掌握了与成人相似的表情观察策略，能够较好地辨别出不同类型的基本面部表情。同时，情绪理解能力的发展还处于较为初级的阶段，不能准确理解不同的负性效价表情所传递的情绪意义，此时的负性偏向或许有助于婴儿尽快完成对负性情绪的识别。目前还没有针对 6~12 月大的婴儿对负性情绪识别发展的研究，未来的研究者可以多加关注。

3　婴儿表情识别能力发展的影响因素

婴幼儿期是大脑发育的关键时期，也是受环境影响较大的时期(徐家华 等, 2021)。被母亲积极对待的婴儿，在看到高兴表情时 ERP 中 Nc 成分的激活幅度更大，对正性情绪更敏感(Taylor-

Colls & Pasco Fearon, 2015)。当母亲在孕期或产后出现焦虑症状，婴儿针对恐惧表情的注意偏向会更强(Bowman et al., 2022; Kataja et al., 2018; Kataja et al., 2019)。被母亲评定为负性情绪更高的 6~8 个月大的婴儿，在看到高兴、悲伤和愤怒表情时，通过 fNIRS 会观测到更强烈的大脑内侧前额叶皮层(mPFC)的激活，相比被母亲评定为负性情绪不高的婴儿，这些婴儿对情绪更敏感(Safyer et al., 2020)。当母亲用面部和语调表情对婴儿表达悲伤情绪后，9 个月大的婴儿会在随后的游戏中显著减少玩耍行为，并做出更多悲伤和愤怒表情(Termine & Izard, 1988)。到 12 个月大时，母亲自测的负性情绪表达越多，婴儿看到面部表情时的瞳孔反应越小，对情绪的唤醒度越低。而父亲的负性情绪表达水平对婴儿没有影响(Aktar et al., 2018)，因此，母婴关系是婴儿面部表情识别发展的重要影响因素。在母婴互动中，母亲受到自己的情绪状态、对情绪的敏感度和情绪图式的影响，对婴儿的需求和情绪表达会做出不同的回应(胡佳 等, 2017)。社会参照实验发现，5.5 个月大的婴儿就能通过判断他人的正、负性效价表情调整自己的行为(Vaillant-Molina & Bahrick, 2012)。母亲的情绪表达和婴儿的行为之间可能存在交互作用(Safyer et al., 2020)，进而影响婴儿面部表情识别能力的发展。

因为婴儿大部分时间都和家人在一起，所以家庭的情绪表达和情绪讨论很可能对婴儿情绪感知产生重要影响(Ogren & Johnson, 2021a)。在一项纵向研究中，研究者通过眼动追踪发现，比起高兴和中性表情，那些家庭中父母的争吵频率显著高于平均值的 4 个月大的婴儿，能更快地找到电脑屏幕上的愤怒表情。但当婴儿长到 12 个月大时，这些来自高压家庭中的婴儿对愤怒表情的敏感度又显著低于正常家庭中的婴儿(Burris et al., 2022)。当家庭成员之间不擅长表达情绪时，儿童会因为缺乏环境刺激而导致表情识别能力发展迟缓(Ogren & Johnson, 2021b)。9 个月大的婴儿对快乐和中性的面部和语调表情的匹配能力与其父母测评的家庭成员之间的情绪表达能力呈正相关(Ogren et al., 2018)。社会弱势儿童，如福利院儿童和流浪儿童都会出现表情识别的非典型性发展(Lan & Moscardino, 2021;Doretto & Scivoletto, 2018)。与这些问题相关的认知神经机制可能在婴儿期就已存在。实验发现 6 个月大的婴儿在接收社会性信息时，大脑激活程度与家庭的贫穷程度相关。对孟加拉国贫民婴儿的研究显示，6 个月大时，贫民窟中的婴儿在接收到视觉和听觉的社会性信息刺激后，大脑双侧的颞中回(MTG)、颞上回(STG)和额下回(IFG)呈现了比非社会性信息更强烈的神经激活。在接收视觉的社会性信息时，婴儿的右额下回(rIFG)的激活幅度与家庭的贫穷程度相关(Perdue et al., 2019)。综上所述，大脑处理社会性信息的神经机制从婴儿期就已经形成，家庭成员间的情绪表达、家庭的经济状况都会影响婴儿面部表情识别能力的发展。

社会环境也有可能影响婴儿面部表情识别能力。自新冠疫情大流行以来，研究者发现婴儿对面孔的识别能力受到了一定影响。经历过加拿大第二次新冠大流行的 9~14 个月大的婴儿，在习惯化−恢复范式中，无法识别出不戴口罩的新的面孔刺激，但却可以识别出戴口罩的新的面孔刺激。研究者认为疫情限制了婴儿对面孔感知的经验积累，导致了婴儿面孔处理能力的改变(Kim et al., 2022)。对 9~10 岁儿童的研究发现，戴口罩会影响儿童识别厌恶、恐惧和悲伤表情(Carbon & Serrano, 2021)。有研究者通过综述，梳理了婴儿表情识别的相关研究，认为婴儿日常看到的大多数是戴口罩的成人，会导致婴儿无法从嘴部等关键部位获取表情信息，进而可能影响婴儿面孔和面部表情识别能力的发展(Carnevali et al., 2022)。戴口罩会导致部分情绪信息的丢失，而婴儿又正处于对他人情绪的快速学习期，相比其他年龄段的儿童，环境中都是戴口罩的人可能对婴儿的表情识别能力的影响最大。但目前还缺乏相关实证研究(Carnevali et al., 2022; Ruba & Pollak, 2020)。

种族和文化同样影响着婴儿的表情识别方式。不同文化中的 7 个月大的婴儿均会采取与成人相同的面部表情的感知方式：东方日本的成人和婴儿更关注眼睛的区域，西方英国的成人和婴儿更关注嘴的区域(Geangu et al., 2016)。综上所述，在诸多影响因素中，家庭养育环境对婴儿表情识别发展至关重要。一方面，家庭要努力为婴儿提供丰富有益的环境刺激，另一方面，母亲的情绪状态也会直接影响婴儿的健康发展，家庭和社会也应给予母亲更多的支持和关爱，给予科学的养育指导。

4　由基本情绪向情绪图式的发展轨迹

根据 Izard (2007)的观点，儿童情绪认知的发展是一个由基本情绪到情绪图式的发展过程。基本情绪(Basic Emotion)是人类为了适应环境进化而来的预置系统，婴儿与生俱来具有表达和识别基本情绪的能力。基本情绪独立于后天的认知发展，一旦被环境激活，婴儿便具有了对应的识别能力。情绪图式(Emotion Schema)是后天发展而来的，是情绪与认知的动态交互过程，个体认知发展(特别是语言发展)和环境刺激都起到了重要作用(Izard, 2007)。

本文通过梳理行为和神经机制两个领域的研究，总结出婴儿基本面部表情识别能力的发展具有非同步性的特点，在一定程度上印证了 Izard 的观点。一方面，对基本面部表情的识别，人类大脑已经进化出了经验−期待性机制(experience-expectant)。婴儿表现出了对社会性信息的偏好，比如对面孔的偏好(Redcay & Warnell, 2018)。2 个月大的婴儿就表现出了对母亲的正性效价表情更长时间的注视(Rochat et al., 2002)。对面部表情识别表现出明显的正性偏向，可以帮助婴儿从成人那里获得更多的保护(Izard, 2007)。从 5 个月开始，婴儿开始出现针对恐惧表情的特异性的注意偏向(Ruba & Repacholi, 2020)。婴儿针对面部表情的注意偏向是一种大脑先天预置的神经机制，而不是通过后天学习，理解了信号的特定意义而产生的注意偏向(Leppänen & Nelson, 2009)。婴儿针对恐惧表情的注意偏向与环境刺激无关。在 6 个月之前，相比愤怒和惊讶表情，婴儿在日常生活中较少见到恐惧表情(Serrano et al., 1992)，针对恐惧表情的注意偏向不是由大量的环境刺激产生的。7~9 个月大的婴儿，无论是否会爬行，都针对恐惧表情产生了注意偏向，说明注意偏向的产生与运动能力的发展带来的环境改变无关(Dixon, 2019)。这种注意偏向具有大脑阈下自动化启动过程(Jessen & Grossmann, 2015)，并且具有跨文化的一致性(Geangu et al., 2016)。相关研究都说明婴儿针对恐惧的注意偏向并非由环境刺激产生，而是一种与生俱来的神经机制。另一方面，经验−依赖性机制(experience-dependent)也存在于基本面部表情识别发展的过程中。相关研究发现母婴互动、家庭环境、家庭的社会经济地位、社会环境都会对婴儿的表情识别能力产生影响。这些研究说明，尽管基本情绪的激活为婴儿的表情识别提供了基础，但个体表情识别能力的发展受到个体认知发展、个体经验、养育环境的影响。经验−依赖性机制决定了大脑的情绪神经网络具有可塑性(Leppänen & Nelson, 2009)，从婴儿期的后半段开始，环境因素和认知发展的影响越来越明显，婴儿开始形成个体的情绪图式(Izard, 2007)。

综合本文梳理的研究结果，我们认为面部表情识别能力的发展对婴儿情绪图式的形成起着重要作用，因为表情识别既是婴儿交流的工具，也是学习的工具。作为交流工具，表情识别是处于前语言阶段的婴儿与环境交流的重要途径(Leppänen & Nelson, 2006)。作为学习工具，研究者发现对于语言能力尚未完全发展的 3 岁儿童，面部表情识别能力的发展水平可以预测半年后儿童对他人情绪理解能力的发展水平。研究者认为面部表情识别能力可以帮助尚未熟练掌握语言的儿童学习更复杂的情感知识，对个体认知发展具有独特的功能性，而这种独特的功能性在儿童熟练掌握语言后消失(Strand et al., 2016)。面部表情识别能力对婴儿与环境的互动和认知的发展都具有重要作用，会影响个体的情绪图式的形成。同时，长期稳定的情绪图式会构成个性特征，不良的情绪图式会导致个体的社会行为问题。例如，形成了愤怒的情绪图式的儿童，会产生愤怒情绪的加工偏向，会把他人认为中性的情绪信息线索理解成愤怒信息，进而做出更多的攻击性行为(Izard, 2007)。研究者已发现幼儿面部表情识别能力缺陷可以预测个体的发展问题。5 岁时面部表情识别能力较差的儿童，在其 9 岁时由教师评定的行为问题更多，学业成绩更差(Izard et al., 2001)。幼儿的面部表情识别能力的问题，可能在婴儿期就已初步形成，并进一步导致情绪图式的非典型性发展，进而引发个体发展的长期问题。

5　总结与展望

本文主要梳理了婴儿对基本面部表情识别能力发展的相关研究。通过对行为和神经机制研究进行梳理，我们发现婴儿对基本面部表情识别的发展具有非同步性的特点：(1)正、负性效价表情的识别发展具有非同步性的特点：婴儿对正性效价表情的识别早于负性效价表情。(2)情绪感知能

力和情绪理解能力的发展具有非同步性的特点：婴儿情绪感知能力的发展明显快于情绪理解能力的发展。7 个月大时，婴儿情绪感知能力已初步具备，不仅能辨别基本面部表情，还形成了分类知觉，掌握了与成人相似的视觉观察策略。但情绪理解能力的发展相对滞后，12 个月大时，婴儿还不能准确理解不同的负性效价表情的情绪意义。结合婴儿表情识别能力发展的非同步性特点，以及影响因素分析，我们认为婴儿期的表情识别能力的发展具有由基本情绪激活向情绪图式萌发的发展过程。对前语言阶段的婴儿而言，表情识别是其与外界进行信息交流的重要手段，对其社会性发展起着重要作用。因此，未来研究者可以考虑从以下几个方面开展更深入的研究：

首先，关注行为和神经机制之间关联性的研究。目前的研究都相对独立，未来研究者可以尝试将行为和认知神经机制研究相结合，有助于更全面地发现婴儿期的发展特点。在幼儿期所反应出的表情识别能力的非典型性发展的问题，可能从婴儿期就已开始形成。因为婴儿期表情识别能力的发展会影响情绪图式的形成，进而影响个体的毕生发展，所以，对婴儿期表情识别能力的整体发展规律的研究，将有助于更早地发现相关问题。其次，深入探讨家庭内部环境对表情识别发展的影响。目前的相关研究已经证实母亲对婴儿表情识别能力的发展具有重要影响，这种影响甚至从孕期就开始了。但目前缺乏对母婴关系的客观、系统化的研究。在当前研究中，对父母和婴儿情绪状态的评估多是采用成人主观自评的方式(Safyer et al., 2020)，未来研究者如果能更多地采用观察法，并和认知神经研究相结合，记录母婴互动的活动特征，就能更深入地分析母婴的交互作用，为养育提供更多的科学指导。最后，在幼儿期，患有生理性疾病(如听力障碍、自闭症)的儿童(范晓壮 等, 2020; Sidera et al., 2017)和社会弱势儿童(Lan & Moscardino, 2021)都会出现面部表情识别的非典型性发展。目前对这些高风险婴儿还缺乏关注。研究者通过 fNIRS 发现，自闭症高风险婴儿在 4~6 个月大时就表现出了对社会性刺激信息(如躲猫猫游戏视频)的非典型性反应，大脑皮层的额下区(IFG)和颞后区(pss - tpj)的激活显著低于低风险儿童(Lloyd-Fox et al., 2018)。面部表情作为社会性刺激的敏感指标，研究者可以借助于认知神经研究手段的发展，从婴儿期开始，通过表情识别的神经活动异常更早地筛查问题，进而采取干预措施。

参考文献

达尔文. (2009). *人类和动物的表情* (周邦立 译). 北京: 北京大学出版社. (原著 1872 年出版)

范晓壮, 毕小彬, 谢宇, 贺荟中. (2020). 高功能自闭症个体对威胁性情绪面孔的注意偏向. *心理科学进展*, *28*(7), 1172−1186.

胡佳, 唐清婷, 陈旭. (2017). 对婴儿痛苦情绪的母亲敏感性. *心理学进展*, *7*(1), 116−123.

罗伯特·费尔德曼. (2013). *发展心理学——人的毕生发展* (苏彦捷; 邹丹 译). 北京: 世界图书出版公司北京公司. (原著 2007 年出版)

徐家华, 周莹, 罗文波, 罗跃嘉, 秦绍正. (2021). 人类情绪发展认知神经科学: 面向未来心理健康与教育. *中国科学: 生命科学*, *51*(6), 663−678.

周玉, 张丹丹. (2017). 婴儿情绪与社会认知相关的听觉加工. *心理科学进展*, *25*(1), 67−75.

Aktar, E., Mandell, D. J., de Vente, W., Majdandzic, M., Oort, F. J., van Renswoude, D. R., ... Bogels, S. M. (2018). Parental negative emotions are related to behavioral and pupillary correlates of infants' attention to facial expressions of emotion. *Infant Behavior and Development*, *53*, 101−111.

Bayet, L. (2022). How infants learn from a world of faces: Implications for racial biases and mask-wearing. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, *9*(1), 65−72.

Bayet, L., & Nelson, C. A. (2019). The perception of facial emotion in typical and atypical development. In V. Lobue, K. Perez-Edgar, & K. A. Buss (Eds.), *Handbook of emotional development* (pp. 105−138). Cham: Springer Nature Switzerland AG.

Bayet, L., Perdue, K. L., Behrendt, H. F., Richards, J. E., Westerlund, A., Cataldo, J. K., & Nelson, C. A. (2021). Neural responses to happy, fearful and angry faces of varying identities in 5- and 7-month-old infants. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *47*, Article 100882. https://doi.org/10.1016/j.dcn.2020.100882

Bornstein, M. H., & Arterberry, M. E. (2003). Recognition, discrimination and categorization of smiling by 5-month-old infants. *Developmental Science*, *6*(5), 585−599.

Bowman, L. C., Mccormick, S. A., Kane Grade, F., Xie, W., Bosquet Enlow, M., & Nelson, C. A. (2022). Infants' neural responses to emotional faces are related to maternal anxiety. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *63*(2), 152−164.

Burris, J. L., Reider, L. B., Oleas, D. S., Gunther, K. E.,

Buss, K. A., Pérez Edgar, K., ... Lobue, V. (2022). Moderating effects of environmental stressors on the development of attention to threat in infancy. *Developmental Psychobiology*, *64*(3), Article e22241. https://doi.org/10.1002/dev.22241

Carbon, C., & Serrano, M. (2021). The impact of face masks on the emotional reading abilities of children—a lesson from a joint school−university project. *i-Perception*, *12*(4), 1−17. https://doi.org/10.1177/20416695211038265

Carnevali, L., Gui, A., Jones, E. J. H., & Farroni, T. (2022). Face processing in early development: A systematic review of behavioral studies and considerations in times of COVID-19 pandemic. *Frontiers in Psychology*, *13,* Article 778247. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.778247

Decety, J., Steinbeis, N., & Cowell, J. M. (2021). The neurodevelopment of social preferences in early childhood. *Current Opinion in Neurobiology*, *68*, 23−28.

Deen, B., Richardson, H., Dilks, D. D., Takahashi, A., Keil, B., Wald, L. L., ... Saxe, R. (2017). Organization of high-level visual cortex in human infants. *Nature Communications*, *8,* Article 13995. https://doi.org/10.1038/ncomms13995

di Lorenzo, R., Blasi, A., Junge, C., van den Boomen, C., van Rooijen, R., & Kemner, C. (2019). Brain responses to faces and facial expressions in 5-month-olds: An fNIRS study. *Frontiers in Psychology*, *10*, Article 1240. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01240

Dixon, K. C. (2019). *Disentangling the negativity bias: 7-9-month-old crawling and non-crawling infants' responses to fearful and angry expressions* (Unpublished doctorial dissertation). University of Louisville.

Doretto, V., & Scivoletto, S. (2018). Effects of early neglect experience on recognition and processing of facial expressions: A systematic review. *Brain Sciences*, *8*(1), Article 10. https://doi.org/10.3390/brainsci8010010

Ekman, P., & Friesen, W. V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, *17*(2), 124−129.

Flom, R., Bahrick, L. E., & Pick, A. D. (2018). Infants discriminate the affective expressions of their peers: The roles of age and familiarization time. *Infancy*, *23*(5), 692−707.

Geangu, E., Ichikawa, H., Lao, J., Kanazawa, S., Yamaguchi, M. K., Caldara, R., & Turati, C. (2016). Culture shapes 7-month-olds' perceptual strategies in discriminating facial expressions of emotion. *Current Biology*, *26*(14), 663−664.

Heck, A., Hock, A., White, H., Jubran, R., & Bhatt, R. S. (2016). The development of attention to dynamic facial emotions. *Journal of Experimental Child Psychology*, *147*, 100−110.

Hertenstein, M. J., & Campos, J. J. (2004). The retention effects of an adult's emotional displays on infant behavior. *Child Development*, *75*(2), 595−613.

Izard, C. E. (2007). Basic emotions, natural kinds, emotion schemas, and a new paradigm. *Perspectives on Psychological Science*, *2*(3), 260−280.

Izard, C., Fine, S., Schultz, D., Mostow, A., Ackerman, B., & Youngstrom, E. (2001). Emotion knowledge as a predictor of social behavior and academic competence in children at risk. *Psychological Science*, *12*(1), 18−23.

Jessen, S., & Grossmann, T. (2015). Neural signatures of conscious and unconscious emotional face processing in human infants. *Cortex*, *64*, 260−270.

Kataja, E. L., Karlsson, L., Leppänen, J. M., Pelto, J., Häikiö, T., Nolvi, S., ... Karlsson, H. (2018). Maternal depressive symptoms during the pre‐ and postnatal periods and infant attention to emotional faces. *Child Development*, *91*(2), 475−490.

Kataja, E. L., Karlsson, L., Parsons, C. E., Pelto, J., Pesonen, H., Häikiö, T., ... Karlsson, H. (2019). Maternal pre- and postnatal anxiety symptoms and infant attention disengagement from emotional faces. *Journal of Affective Disorders*, *243*, 280−289.

Kim, K. K., Fang, W., Liu, A., Panesar, D., & Xiao, N. (2022). Altered development of face recognition among infants born amid the COVID-19 pandemic. *PsyArXiv*. Advance online publication. https://doi.org/10.31234/osf.io/n96fv

Lan, X., & Moscardino, U. (2021). Sensitivity to facial emotional expressions and peer relationship problems in Chinese rural‐to‐urban migrant early adolescents: An exploratory study. *Social Development*, *30*, 205−224.

Leppänen, J. M., Cataldo, J. K., Bosquet Enlow, M., & Nelson, C. A. (2018). Early development of attention to threat-related facial expressions. *PLOS ONE*, *13*(5)*,* Article e0197424. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197424

Leppänen, J. M., & Nelson, C. A. (2006). The development and neural bases of facial emotion recognition. *Advances in Child Development and Behavior*, *34*, 207−246.

Leppänen, J. M., & Nelson, C. A. (2009). Tuning the developing brain to social signals of emotions. *Nature Reviews Neuroscience*, *10*(1), 37−47.

Lloyd-Fox, S., Blasi, A., Pasco, G., Gliga, T., Jones, E., Murphy, D., ... Johnson, M. H. (2018). Cortical responses before 6 months of life associate with later autism. *The European Journal of Neuroscience*, *47*(6), 736−749.

Miguel, H. O., Mccormick, S. A., Westerlund, A., & Nelson, C. A. (2019). Rapid face processing for positive and negative emotions in 5‐, 7‐, and 12‐month‐old infants: An exploratory study. *British Journal of Developmental*

Psychology, *37*(4), 486−504.

Munsters, N. M. (2017). *I see you: The role of visual processing in social behavior across development* (Unpublished doctorial dissertation). Utrecht University.

Nakato, E., Otsuka, Y., Kanazawa, S., Yamaguchi, M. K., & Kakigi, R. (2011). Distinct differences in the pattern of hemodynamic response to happy and angry facial expressions in infants — A near-infrared spectroscopic study. *NeuroImage*, *54*(2), 1600−1606.

Ogren, M., Burling, J. M., & Johnson, S. P. (2018). Family expressiveness relates to happy emotion matching among 9-month-old infants. *Journal of Experimental Child Psychology*, *174*, 29−40.

Ogren, M., & Johnson, S. P. (2021a). Factors facilitating early emotion understanding development: Contributions to individual differences. *Human Development*, *64*(3), 108−118.

Ogren, M., & Johnson, S. P. (2021b). Primary caregiver emotional expressiveness relates to toddler emotion understanding. *Infant Behavior and Development*, *62*, Article 101508. https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2020.101508

Perdue, K. L., Jensen, S. K. G., Kumar, S., Richards, J. E., Kakon, S. H., Haque, R., ... Nelson, C. A. (2019). Using functional near‐infrared spectroscopy to assess social information processing in poor urban Bangladeshi infants and toddlers. *Developmental Science*, *22*, Article e12839. https://doi.org/10.1111/desc.12839

Prunty, J. E., Keemink, J. R., & Kelly, D. J. (2021). Infants scan static and dynamic facial expressions differently. *Infancy*, *26*(6), 831−856.

Redcay, E., & Warnell, K. R. (2018). A social-interactive neuroscience approach to understanding the developing brain. *Advances in Child Development and Behavior*, *54*, 1−44.

Rochat, P., Striano, T., & Blatt, L. (2002). Differential effects of happy, neutral, and sad still-faces on 2-, 4- and 6-month-old infants. *Infant and Child Development*, *11*(4), 289−303.

Rotem-Kohavi, N., Oberlander, T. F., & Virji-Babul, N. (2017). Infants and adults have similar regional functional brain organization for the perception of emotions. *Neuroscience Letters*, *650*, 118−125.

Ruba, A. L. (2019). *The development of emotion understanding in infancy* (Unpublished doctorial dissertation). University of Washington.

Ruba, A. L., Meltzoff, A. N., & Repacholi, B. M. (2019). How do you feel? Preverbal infants match negative emotions to events. *Developmental Psychology*, *55*(6), 1138−1149.

Ruba, A. L., & Pollak, S. D. (2020). Children's emotion inferences from masked faces: Implications for social interactions during COVID-19. *PLOS ONE*, *15*(12), Ariticle e0243708. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243708

Ruba, A. L., & Repacholi, B. M. (2020). Do preverbal infants understand discrete facial expressions of emotion? *Emotion Review*, *12*(4), 235−250.

Safyer, P., Volling, B. L., Wagley, N., Hu, X., Swain, J. E., Arredondo, M. M., & Kovelman, I. (2020). More than meets the eye: The neural development of emotion face processing during infancy. *Infant Behavior and Development*, *59*, Article 101430. https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2020.101430

Segal, S. C., & Moulson, M. C. (2020). Dynamic advances in emotion processing: Differential attention towards the critical features of dynamic emotional expressions in 7-month-old infants. *Brain Sciences*, *10*, Article 585. https://doi.org/10.3390/brainsci10090585

Serrano, J. M., Iglesias, J., & Loeches, A. (1992). Visual discrimination and recognition of facial expressions of anger, fear, and surprise in 4- to 6-month-old infants. *Developmental Psychobiology*, *25*(6), 411−425.

Sidera, F., Amadó, A., & Martínez, L. (2017). Influences on facial emotion recognition in deaf children. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *22*(2), 164−177.

Sorce, J. F., Emde, R. N., Campos, J. J., & Klinnert, M. D. (1985). Maternal emotional signaling: Its effect on the visual cliff behavior of 1-year-olds. *Developmental Psychology*, *21*(1), 195−200.

Soussignan, R., Dollion, N., Schaal, B., Durand, K., Reissland, N., & Baudouin, J. (2018). Mimicking emotions: how 3−12-month-old infants use the facial expressions and eyes of a model. *Cognition and Emotion*, *32*(4), 827−842.

Strand, P. S., Downs, A., Barbosa-Leiker, C., Dubow, E. F., & Eccles, J. S. (2016). Does facial expression recognition provide a toehold for the development of emotion understanding? *Developmental Psychology*, *52*(8), 1182−1191.

Taylor-Colls, S., & Pasco Fearon, R. M. (2015). The effects of parental behavior on infants' neural processing of emotion expressions. *Child Development*, *86*(3), 877−888.

Termine, N. T., & Izard, C. E. (1988). Infants' responses to their mothers' expressions of joy and sadness. *Developmental Psychology*, *24*(2), 223−229.

Tuulari, J. J., Kataja, E., Leppänen, J. M., Lewis, J. D., Nolvi, S., Häikiö, T., ... Karlsson, H. (2020). Newborn left amygdala volume associates with attention disengagement from fearful faces at eight months. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *45*, Article 100839. https://doi.org/10.1016/j.dcn.2020.100839

Vaillant-Molina, M., & Bahrick, L. E. (2012). The role of intersensory redundancy in the emergence of social referencing in 5½-month-old infants. *Developmental*

Psychology, *48*(1), 1−9.
Vaish, A., Grossmann, T., & Woodward, A. (2008). Not all emotions are created equal: The negativity bias in social-emotional development. *Psychological Bulletin*, *134*(3), 383−403.
Walle, E. A., Reschke, P. J., Camras, L. A., & Campos, J. J. (2017). Infant differential behavioral responding to discrete emotions. *Emotion*, *17*(7), 1078−1091.
White, H., Chroust, A., Heck, A., Jubran, R., Galati, A., & Bhatt, R. S. (2019). Categorical perception of facial emotions in infancy. *Infancy*, *24*(2), 139−161.
Widen, S. C., & Russell, J. A. (2010). Young children's understanding of other's emotions. In M. Lewis, J. M. Haviland-Jones, & L. F. Barrett (Eds.), *Handbook of emotions* (pp. 348−364). New York: Guilford Press.
Xie, W., Mccormick, S. A., Westerlund, A., Bowman, L. C., & Nelson, C. A. (2018). Neural correlates of facial emotion processing in infancy. *Developmental Science*. https://doi.org/10.1111/desc.12758
Young-Browne, G., Rosenfeld, H. M., & Horowitz, F. D. (1977). Infant discrimination of facial expressions. *Child Development*, *48*(2), 555−562.

Synchronized or not: Developmental characteristics of basic facial expression recognition in infants

ZHU Liya, MO Fan, ZHANG Zhihao, ZHAO Ke, FU Xiaolan

(*State Key Laboratory of Brain and Cognitive Science, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100101, *China*)

(*Department of Psychology, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100049, *China*)

Abstract: Facial expressions are emotional signals transmitted by movements of the eyes, mouth, and other muscles. They play a crucial role in the social and communicative development of infants. The development of basic facial expression recognition in infants is asynchronous: the recognition of positive expressions is earlier than negative expressions, 2-month-old infants can distinguish positive expressions, while 4-6 month infants can distinguish different negative expressions. The development of emotional perception is earlier than the emotional understanding. Babies aged 7 months have the ability of emotional perception, whilst infants aged 12 months cannot accurately understand the emotional meaning expressed by different negative expressions. In addition, infants' facial expression recognition is influenced by both environmental and cognitive factors.

Keywords: infant, facial expression, emotion recognition